

# FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Carrera de Ingeniería Industrial

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA TOLMOS  
ESPINOZA GARCIA S.R.L”**

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autores:**

Lucy Marleny Palacios Camacho

Jorge Humberto Servan Vásquez

**Asesor:**

Mg. Lic. María Elena vera correa

Cajamarca - Perú

2019



## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Asesor Maria Elena Vera Correa, docente de la Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión de fondo y forma (cumplimiento del estilo APA y ortografía) y verificación en programa de antiplagio del Trabajo de Investigación del o los estudiantes(s)/egresado (s):

- ☐ Jorge Humberto Servan Vasquez  
(Nombre completo de estudiante o egresado)
- ☐ Lucy Marleny Palacios Camacho  
(Nombre completo de estudiante o egresado)

Por cuanto, **CONSIDERA** que el Trabajo de Investigación titulado

Propuesta de un plan de mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada de la empresa "Tolmos Espinoza Garcia SRL"

....., para optar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas en forma y fondo, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

Cajamarca, 12 de Febrero del 2019  
(Lugar) (día) (mes) (año)

Ing./Lic./Mg./Dr. Maria Elena Vera Correa  
(Nombre completo del Asesor)  
Asesor



## DEDICATORIA

*A Dios*

*Por haberme permitido llegar hasta este punto brindándome su infinita bondad y amor.*

*A nuestros hijos Erick Amir y Matías Gonzalo*

*Quienes son una constante motivación a ser cada día mejor.*

*A mis padres*

*Quienes con su ejemplo, guía e ilimitado apoyo forjaron en mí la superación con valores, principios y constancia para conseguir los objetivos trazados.*

*A mis hermanos (as)*

*Por estar siempre presentes, acompañándome y brindándome su cariño y apoyo constante.*



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a dios por darme fuerza, vida y además lo más preciado que tengo, mis padres y mis hijos.

Agradezco también de una manera muy especial al Ing. Maria Elena Vera, por haberme facilitado toda la información necesaria para la realización del presente proyecto de investigación.



## TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos	13
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	14
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	19
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	47
REFERENCIAS	49
ANEXOS	51



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1Costo de operación de la maquina.....	38
Tabla 2Ganancias obtenidas.....	38
Tabla 3Debilidades y fortalezas.....	40
Tabla 4Especificaciones técnicas del motor del Vibrocompactador.....	40
Tabla 5Peso del Vibrocompactador.....	41
Tabla 6Llantas del Vibrocompactador.....	41
Tabla 7Sistema de dirección del Vibrocompactador.....	41
Tabla 8Capacidades de fluidos y lubricantes del Vibrocompactador.....	41
Tabla 9Sistema eléctrico del Vibrocompactador.....	42
Tabla 10Especificaciones técnicas del motor de la motoniveladora.....	42
Tabla 11Peso de la motoniveladora.....	42
Tabla 12Llantas de la motoniveladora.....	43
Tabla 13Sistema de dirección de la motoniveladora.....	43
Tabla 14Capacidades de fluidos y lubricantes de la motoniveladora.....	43
Tabla 15Sistema eléctrico del vibro compactador.....	44
Tabla 16Especificaciones técnicas del motor del Retrocargador.....	44
Tabla 17Peso del Retrocargador.....	44
Tabla 18Llantas del Retrocargador.....	45
Tabla 19Capacidades de fluidos y lubricantes del Retrocargador.....	45
Tabla 20Sistema eléctrico del Retrocargador.....	46
Tabla 21Especificaciones técnicas del motor del Minicargador.....	46
Tabla 22Peso del Minicargador.....	46
Tabla 23Llantas del Minicargador.....	46
Tabla 24Capacidades de fluidos y lubricantes del Minicargador.....	46
Tabla 25Sistema eléctrico del Minicargador.....	47
Tabla 26Referencias de los filtro de la maquinaria.....	48
Tabla 27Referencia de los aceites y lubricantes.....	48
Tabla 28Mantenimientos del Vibrocompactador xcmg xs 120.....	49



Tabla 29	Mantenimientos de la Motoniveladora xcmg gr 180.....	51
Tabla 30	Mantenimientos Retrocargador XT 876.....	51
Tabla 31	Mantenimientos Minicargador Bobcat S250.....	52
Tabla 32	Mantenimiento a las 10 horas del vibro compactador.....	53
Tabla 33	Mantenimiento a las 50 horas del vibro compactador.....	53
Tabla 34	Mantenimiento a las 250 horas del vibro compactador.....	53
Tabla 35	Mantenimiento a las 500 horas del vibrocompactador.....	54
Tabla 36	Mantenimiento a las 1000 horas del vibrocompactador.....	54
Tabla 37	Mantenimiento a las 10 horas de la motoniveladora GR-180.....	54
Tabla 38	Mantenimiento a las 50 horas de la motoniveladora GR-180.....	55
Tabla 39	Mantenimiento a las 100 horas de la motoniveladora GR-180.....	55
Tabla 40	Mantenimiento a las 250 horas de la motoniveladora GR-180.....	55
Tabla 41	Mantenimiento a las 500 horas de la motoniveladora GR-180.....	56
Tabla 42	Mantenimiento a las 1000 horas de la motoniveladora GR-180.....	56
Tabla 43	Mantenimiento a las 2000 horas de la motoniveladora GR-180.....	57
Tabla 44	Mantenimiento a las 10 horas del retrocargador XT-876.....	57
Tabla 45	Mantenimiento a las 50 horas del retrocargador XT-876.....	58
Tabla 46	Mantenimiento a las 250 horas del retrocargador XT-876.....	58
Tabla 47	Mantenimiento a las 500 horas del retrocargador XT-876.....	58
Tabla 48	Mantenimiento a las 1000 horas del retrocargador XT-876.....	59
Tabla 49	Mantenimiento a las 10 horas del Minicargador Bobcat S250.....	59
Tabla 50	Mantenimiento a las 50 horas del Minicargador Bobcat S250.....	59
Tabla 51	Mantenimiento a las 250 horas del Minicargador Bobcat S250.....	60
Tabla 52	Mantenimiento a las 1000 horas del Minicargador Bobcat S250.....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1 Vibrocompactador xcmg xs 120.....	40
Ilustración 2 Motoniveladora xcmg gr 180 .....,.....	42
Ilustración 3 Retrocargador XT 876 .....	44
Ilustración 4 Minicargador Bobcat S250 .....	45





## RESUMEN

El presente proyecto es una propuesta sobre un plan de mantenimiento preventivo, aplicable a la maquinaria pesada de la empresa Tolmos Espinoza García S.R.L, el cual es planteado como un método estratégico, lo que optimizar la flota de estos vehículos, implicados en servicios de construcción y similares. Después de la revolución industrial con el auge de las máquinas, el mantenimiento siempre ha cumplido un papel relevante para conservar y prolongar la vida útil de los mecanismos. Al transcurrir de los años se han implementado diversas formas de mantenimiento, hoy en día, podemos destacar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, entre otros, aplicado a sectores como el vehicular.

Este tipo de mantenimiento puede resultar más costoso a corto plazo, sin embargo, probablemente resulten menos costosos a lo largo de la vida útil del elemento.

Este proyecto surge de la iniciativa académica de estudiantes de Ingeniería mecánica, ya que es un aspecto que aplica al área de trabajo y establece la implementación de mecanismos y actividades de carácter estratégico, para optimizar el funcionamiento de vehículos tracto camiones que son de vital importancia por su amplia capacidad en cuanto a transporte respecta.

Es de vital importancia y como objetivo principal reconocer que el mantenimiento preventivo de este tipo de vehículos permite detectar posible falencias antes de que ocurran o aumente su grado de dificultad al momento de ser reparados ciertos componentes de los mismos, reducir la periodicidad de mantenimientos de carácter correctivo, aumentar la vida útil de los vehículos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles a reparar a través de inspecciones de los diferentes sistemas de los equipos como son: Sistema de Frenos, Sistema de Suspensión, Sistema Eléctrico, Rodaje, Motor, Sistema de Suministro de Combustible, Sistema de Enfriamiento, etc.

Teniendo en cuenta que existen problemáticas implicadas por fallas en el mantenimiento a los vehículos tracto camiones, es necesario mencionar que una de las causas principales es la falta de un plan de mantenimiento preventivo y a través de nuestro proyecto se determinaran las ventajas sujetas a la implementación del PMP (Plan de mantenimiento preventivo).

En el marco teórico se hace referencia a los aspectos teóricos relacionados con las auditorias de mantenimiento, que se deben tener en cuenta en la realización de esta investigación. También se



tratan aspectos fundamentales sobre mantenimiento, tipos de mantenimiento, conceptos de mantenimiento, etc. dado que en cada una la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo se

lleva a cabo a través de las inspecciones que son un elemento clave en la detección temprana y solución de fallos potenciales. Las revisiones mecánicas deben realizarse en diversos grados. Invertir un poco de tiempo a diario para inspeccionar cada vehículo será una ayuda para detectar problemas, mejorando así la seguridad, reducir costes de reparación de vehículos y tiempo de inactividad. Instruir a los conductores de llevar a cabo una revisión previa al uso del vehículo, además de inspeccionar su buen funcionamiento a través de observaciones y comprobaciones durante los procedimientos de mantenimiento mejorara la vida útil del mismo.

**PALABRAS CLAVES:** La importancia de una buena gestión de la función empresarial del mantenimiento, se debe a que es una manera segura de garantizar la disponibilidad del activo y el control de costos del mismo durante la vida útil o el periodo de uso.



## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las empresas están compuestas por diversos componentes o elementos como los equipos, las instalaciones y edificaciones por medio de los cuales se pueden fabricar productos u ofrecer servicios; Con el tiempo estos elementos van sufriendo una serie de degradaciones, algunas causadas por el hombre y otras por el mismo ambiente; estas degradaciones afectan la disponibilidad de las máquinas, afectan negativamente la productividad, incrementan los costos de mantenimiento y ponen a su vez en un riesgo mayor la seguridad de los mismos operarios, y de esta manera las empresas no cumplen con los objetivos por los cuales fue establecida la organización. Por eso todos los equipos y herramientas necesitan un uso adecuado y mantenimientos permanentes y que incrementen la vida útil de los mismos, para así poder cumplir con determinados parámetros que van a llevar a un producto o servicio de calidad. Por consiguiente, el objetivo de este proyecto es el Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa TOLMOS ESPINOZA GARCIA S.R.L empresa dedicada al alquiler de maquinaria pesada, enfocado a prestar un excelente servicio y calidad.

La importancia de una buena gestión de la función empresarial del mantenimiento, se debe a que es una manera segura de garantizar la disponibilidad del activo y el control de costos del mismo durante la vida útil o el periodo de uso. Para tener una alta probabilidad de tener la disponibilidad requerida, con los costos mínimos, la experiencia ha demostrado, que debe asegurarse la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, ajustado a las necesidades del activo, en razón de su vida utilizada, del estado operativo que tenga en el momento de inicio de la aplicación del plan de mantenimiento y de las condiciones operativas y del entorno. De esta manera se posee mejor control sobre el estado operativo y el nivel de degradación que se desarrolla, así como la manera de mitigar o atenuar el impacto de las causas de las fallas.

### 1.1. Realidad problemática

La empresa Tolmos Espinoza García S.R.L se dedica a suministrar en alquiler maquinaria pesada, por lo cual posee una flota de vehículos, a la cual se le viene realizando un mantenimiento programado, que en la práctica termina siendo más de tipo correctivo porqué en promedio mensual, el 80 % de las actividades de mantenimiento se dedica a reparar fallas inesperadas, por lo que le



está ocasionando un incremento en costos adicionales tales como Servicio de Grúa por desvares, pagos de horas extras a los operarios y mecánicos, altos inventarios de insumos y partes, así como

el consumo de los mismos, entre otros. Las directivas de la empresa, estiman que el sobre costo de mantenimiento para el año 2017, es del 65 %, respecto al presupuesto que se asignó para ese periodo al departamento de mantenimiento. Las cifras anotadas han prendido las alarmas y las directivas, han comunicado a los autores de la presente propuesta, la necesidad que tienen de reconfigurar los planes de mantenimiento a aplicar para mejorar el desempeño mostrado.

De esta situación nace la presente propuesta, de crear un plan de mantenimiento preventivo, que facilite encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, aumentando de esta manera la probabilidad de mejorar la disponibilidad de los vehículos y reducir costos en el mantenimiento.

## **1.2. Formulación del problema**

El problema anterior nos genera un interrogante el cual lo mencionamos a continuación:

¿Cómo aplicar un plan de mantenimiento preventivo a estos vehículos para aumentar la disponibilidad y costos sin mermar la seguridad y minimizando el impacto ambiental?

Este a su vez nos genera varios interrogantes de forma puntual como lo son:

¿Qué información puede obtenerse desde el fabricante y los usuarios de los vehículos para determinar las consecuencias positivas y negativas del actual modo de gestionar el mantenimiento?

¿Qué medios técnicos se pueden utilizar para generar información complementaria para mejorar el actual plan de mantenimiento?



¿Cómo garantizar que el plan propuesto llegue a ser operativo y efectivo para que puedan alcanzarse las mejoras esperadas?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo general**

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la flota de vehículos tracto camiones de una empresa de transporte para mejorar su desempeño operacional.

#### **1.1.2. Objetivos específicos**

- ❖ Caracterizar la gestión actual del mantenimiento para identificar fortalezas y debilidades respecto a lo sugerido por los fabricantes de los vehículos.**
- ❖ Generar información complementaria basada en la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, así como en el método RCM, para ajustar el actual plan de tal manera que las probabilidades de mejorar se aumenten.**
- ❖ Establecer el sistema de información, incluyendo los indicadores de gestión necesarios, para asegurar la efectividad y el control del plan propuesto.**



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La metodología empleada está basada en la descripción detallada de la forma como se maneja la empresa a través de las diferentes etapas con el fin de lograr su correcto funcionamiento.

### Fase 1.

- ❖ Indagar cómo se maneja la información de mantenimiento en la empresa.
- ❖ Charla con los operarios y mecánicos para ver que tanto utilizan la información del fabricante en su trabajo.

### Fase 2.

- ❖ Inspeccionar la calidad de los repuestos e insumos utilizados para las reparaciones y ver si son de óptimas condiciones para un buen mantenimiento.
- ❖ Seleccionar una muestra de vehículos objeto de estudio a través de manuales, catálogos, etc.
- ❖ Generar información complementaria basada en la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, a través de unos formatos, para ajustar el actual plan, de tal manera que las probabilidades de mejorar se aumenten.

### Fase 3.

- ❖ Aplicar el plan de mantenimiento preventivo y observar resultados de efectividad en cuanto disminución de costes y mayor disponibilidad de vehículos
- ❖ Entregar recomendaciones y conclusiones obtenidas a partir de las experiencias vividas.

## 1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 2.1 Variables

#### Variables dependientes

- Diagnóstico de mantenimiento en el área de operaciones.



### Variables independientes

- Diseño del plan de mantenimiento preventivo.

### 3.1 Matriz de operacionalización de variables

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Espinoza García S.R.L.	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	Indicador	Fórmula
	• Variable dependiente: diagnóstico de mantenimiento o en el área de operaciones	• El diagnóstico del mantenimiento aplicado al área de producción de la empresa está asociado con el estado de su infraestructura, equipamiento y su funcionamiento operativo para lo cual se estudiarán las diversas fallas, las causas que las ocasionan, los efectos que producen y las acciones adoptadas frente a estas.	Diagnóstico del área de operaciones de la empresa	% De empleados que realizan la labor de identificación de fallas.	%
				Nivel de conocimiento de los empleados en realizar la identificación de fallas.	Nº pers concen/ Nº pers. total
				Perfil del puesto	Nº de capacitaciones
	• Variable independiente : Diseño del plan de mantenimiento Preventivo.	La gestión adecuada de un mantenimiento constante con lleva a la implementación de la metodología de los mantenimientos preventivo y predictivo con lo cual se puede dar respuesta a las necesidades del área de producción de la empresa	Eficiencia de equipo	Productividad total del equipo (PTE)	PTE = PRODUCCION/ RECURSOS EMPELADOS
			Tiempo perdido por paradas	Disponibilidad (D)	D = HT - HPM/ HT



### **3.1.1 Diseño de investigación**

Debido a que el problema de mantenimiento en la Empresa Tolmos Espinoza García S.R.L., no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no han sido determinadas, la investigación necesariamente empieza con un proceso de observación y análisis, tomando los datos correspondientes que establecen las características de partida para luego si dirigir nuestro interés hacia el objeto principal de estudio de esta investigación. Por esta razón y teniendo en cuenta que el resultado de esta investigación servirá como base para la realización de actividades por parte de terceros se ha concluido que esta investigación es de tipo formularia.

El método de esta investigación es Descriptivo debido a que se parte de unos datos particulares de un problema para llegar a generar conclusiones generales que abarcan todos los datos observados y analizados.

### **3.1.2 Unidad de estudio**

#### **Fuentes de recolección de la información.**

#### **a) Fuentes primarias.**

Se realizarán entrevistas al personal de operaciones de Tolmos Espinoza García S.R.L., en profundidad, en las cuales se acogerán temáticas relacionadas con el mantenimiento de los equipos, para ir descubriendo características propias de la organización del mantenimiento.

#### **b) Fuentes secundarias.**

Documentos: Se utilizará información de Tesis que abarquen el tema de mantenimiento preventivo y el diseño de plan de mantenimiento. De igual forma se utilizará información disponible en Internet.

Textos: Se utilizará información disponible en libros sobre mantenimiento industrial.

### **3.1.3 Población**

Para la realización de esta investigación se tendrá en cuenta toda la información suministrada por el personal sobre los equipos del departamento de operaciones de la empresa Tolmos Espinoza García S.R.L.

### **3.1.4 Muestra (muestreo o selección)**

La muestra viene a ser los equipos del departamento de operaciones de la empresa Tolmos Espinoza García S.R.L.

### **3.1.5 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos**





## **Técnicas.**

Las técnicas que se utilizarán en el desarrollo del presente trabajo de investigación son:

Observación.

### **3.1.5.1 Instrumentos.**

Los instrumentos que se utilizarán en el desarrollo del presente trabajo de investigación son:

- ❖ El registro de observación.
- ❖ El cuaderno de notas.
- ❖ Cuestionario.
- ❖ Cámara fotográfica.
- ❖ Ordenador personal.

### **3.1.5.2 Estructuras de los instrumentos.**

Los instrumentos de investigación que se elaboran están diseñados para la recopilación de los datos que sirven no solo de sustento para la construcción de una base de datos, sino también como información de primera mano para señalar la lógica de la acción de la empresa.

El objeto de los instrumentos es el de conocer mediante una herramienta práctica el funcionamiento del área de la producción de la empresa

Con la aplicación de los instrumentos, se obtendrá la información suficiente para la creación de una base de datos que sustente el análisis a realizar para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo.

### **3.1.6 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos**

Con el fin de recopilar los datos sobre la situación existente, haremos uso de:

- Revisión documental: Por medio de la cual se puede recopilar información necesaria de informes, manuales, historiales, prácticas operativas, entre otros, para la realización de la investigación.
- Observación directa: La que ayuda a determinar cuáles son las máquinas críticas que pertenecen al área de producción de la empresa a las que se les va a realizar el estudio.

Cuestionarios: Estas se aplican al personal que labora en el área de producción de la empresa y que a su vez tiene a cargo las labores de mantenimiento. De esta manera se puede recopilar



mayor información acerca de los equipos, el mantenimiento que se hace en la planta, su planificación, estado de los equipos, selecciones de los mismos, entre otros, gracias a la experiencia de estas personas.

### **3.1.7 Recursos necesarios.**

#### **3.1.7.1 Humanos.**

- ❖ Investigador.
- ❖ Apoyo del personal administrativo de la empresa previa coordinación con la jefatura respectiva.
- ❖ Apoyo del personal operario del área de producción previa coordinación con la jefatura respectiva.

#### **3.1.7.2 Materiales.**

- ❖ Máquinas instaladas en el área de producción.
- ❖ Papel y lápiz.
- ❖ Herramientas.
- ❖ Ordenador personal.
- ❖ Software: Microsoft Word, Microsoft Excel.
- ❖ Memoria USB.



## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

A continuación se presenta la justificación para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo por medio del diagnóstico de la maquinaria y el costo de operación.

### **3.1 Históricos**

Sin una debida programación de mantenimiento, tolmos suministra los repuestos de las máquinas una vez que estas fallen, esto es lo que más dificulta la elaboración de las hojas de vida.

Para la elaboración de las hojas de vida, es necesario investigar con el coordinador de mantenimiento y buscar las facturas de compra de los repuestos que se han instalado en la maquinaria.

### **3.2 Justificación financiera**

La obtención de repuestos en tolmos espinosa toma un tiempo superior a tres semanas debido a que sin una oportuna programación de mantenimiento no se pueden adquirir los repuestos necesarios para la reparación de las máquinas. Por todo lo anterior es necesario identificar los mantenimientos que se deben realizar y analizar los costos de estos en un tiempo prudente, en este caso se realizara el estudio del presupuesto identificando el costo de mantenimiento en un año para evitar contratiempos en lo que se refiere a la disponibilidad de los repuestos y así evitar que la maquina quede fuera de servicio.

La situación actual lleva a la empresa a perder dinero debido al tiempo fuera de operación de la máquina, a continuación veremos a cuanto equivalen dichas pérdidas por día fuera de servicio de la misma incluyendo el salario del operador, con esto veremos qué tan importante y cuanto se gana aplicando un plan de mantenimiento preventivo para estos equipos.



**Tabla 1. Costo de operación de la maquina**

ITEM	MAQUINA	VALOR DE LA HORA	HORAS LABORADAS	VALOR DEL OPERADOR POR HORA	TOTAL
1	Retrocargador	\$90.000	8	\$ 6.000	\$768.000
2	Vibrocompactador	\$90.000	8	\$ 6.000	\$768.000
3	Motoniveladora	\$170.000	8	\$ 6.000	\$1.408.000
4	Mini cargador	\$ 70.000	8	\$ 6.000	\$ 608.000
TOTAL TRABAJO DIARIO					\$3.552.000

**Fuente:** elaboración propia

La siguiente tabla nos indica las ganancias en 14 días de operación; este tiempo se obtiene aplicando el plan de mantenimiento.

**Tabla 2. Ganancias obtenidas**

TOTAL TRABAJO DIARIO	\$ 3.552.000
DIAS DE TRABAJO	14
GANANCIAS OBTENIDAS	\$ 49.728.000

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3 Debilidades y fortalezas

La empresa Tolmos Espinoza García S.R.L, posee debilidades y fortalezas que de una u otra manera van a contribuir al mejoramiento del funcionamiento de la empresa.

Entre estas podemos mencionar las siguientes: hay un manual de servicios, que le permite al cliente, conocer todos y cada uno de los negocios que puede llevar a cabo con la empresa.

Igualmente en cada uno de los departamentos debe existir una base de datos que permiten tener un listado de los clientes de la empresa. Esta lista de chequeos es importante porque es la herramienta más fácil de implementar y una de las más efectivas para el control de los procesos. Lo más conveniente es que la lista se origine del plan de seguimiento y medición de los procesos.



Otra fortaleza con la que puede contar la empresa es la gestión de repuestos. Hay que tener en cuenta que actualmente dentro de las empresas existe mucha presión para reducir los inventarios y diariamente se exige mayor disponibilidad de los equipos para que trabajen adecuadamente y que garanticen contar con la producción requerida en las fechas establecidas, con calidad y al menor costo.

Para cumplir con este reto, tenemos que anticiparnos a los posibles problemas que pudieran ocurrir con los equipos industriales y programar un plan de mantenimiento adecuado para cada máquina y determinar cuáles

Son los repuestos necesarios para realizar las reparaciones a tiempo y sin generar gastos innecesarios a la empresa.

Por lo tanto, los ingenieros industriales siempre estaremos involucrados en la gestión de repuestos, la cual parece una tarea sencilla pero que se complica cuando se requiere justificar la adquisición de los repuestos que tienen poca rotación y un elevado precio pero que son fundamentales para mantener la operación de la planta.

Las fichas técnicas que son unos documentos en forma de sumarios que contienen la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada. Los contenidos varían dependiendo del producto ó servicio, pero en general suele contener datos como el nombre, características físicas, el modo de uso o elaboración, propiedades distintivas y especificaciones técnicas. La correcta redacción de la ficha técnica es importante para garantizar la satisfacción del consumidor, especialmente en los casos donde la incorrecta utilización de un producto puede resultar en daños personales o materiales o responsabilidades civiles o penales. Una ficha técnica puede también ser una serie de preguntas acerca de un tema específico facilitando así su reconocimiento a nivel general.

## Vibrocompactador

### Ilustración 1 Vibrocompactador xcmg xs 120



Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG.

**Tabla 3. Especificaciones técnicas del motor del Vibrocompactador**

Especificaciones técnicas del motor del Vibrocompactador	
Modelo	CUMMINS B3.9-C
Tipo	Turbocargado enfriado a agua
Potencia nominal	97 KW
Velocidad nominal	2500 r/min
Sistema de Enfriamiento	2500 r/min

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG.

**Tabla 4. Peso del Vibrocompactador**

Peso del Vibrocompactador	
Peso de la maquina (incluyendo operador y un 50% de combustible)	11500Kg
Peso del tambor	6800 Kg

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCM

**Tabla 5. Llantas del Vibrocompactador**



Llantas del Vibrocompactador	
Tipo de llantas	19.9 x 24-6
Presión de las llantas	1.1 bar

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG.

**Tabla 6. Sistema de dirección del Vibrocompactador**

Sistema de dirección del Vibrocompactador	
Diseño	Articulación de punto a centro
Tipo de sistema	Doble función
Sistema de control	Hidráulico
Angulo de rotación	+/-35°
Angulo oscilante	+/-10°
Separación mínima al piso	400 mm
Radio min de giro interior	3800 mm
Radio min de giro exterior	5930 mm

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG.

**Tabla 7. Capacidades de fluidos y lubricantes del Vibrocompactador**

Capacidades de fluidos y lubricantes del Vibrocompactador			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD(LITROS)	CAPACIDAD(GALONES)
1	Combustible	230	60.8
2	Aceite hidráulico	230	60.8
3	Aceite de motor	15.1	4
4	Refrigerante	30	8

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG.

**Tabla 8. Sistema eléctrico del Vibrocompactador**

Sistema eléctrico del Vibrocompactador	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	12V

Fuente: Manual de operación vibrocompactadorXS120, XCMG

## Motoniveladora

### Ilustración 2. Motoniveladora



**Tabla 9. Especificaciones técnicas del motor de la motoniveladora.**

Especificaciones técnicas del motor de la motoniveladora	
Modelo	CUMMINS C8.3
Tipo	Turbocargado diésel, 6 cilindros inyección directa enfriado a agua
Potencia nominal	138 KW
Velocidad nominal	2200 r/min
Sistema de Enfriamiento	Líquido refrigerante

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG.

**Tabla 10. Peso de la motoniveladora**

Peso de la motoniveladora	
Peso	15400 Kg
Peso del módulo en las ruedas Delanteras	4620 Kg
Peso del módulo en las ruedas Traseras	10780 Kg

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG





**Tabla 11. Llantas de la motoniveladora**

Llantas de la motoniveladora	
Tipo de llantas	13.0 x 24-12
Presión de las llantas	1.1 bar

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG.

**Tabla 12. Sistema de dirección de la motoniveladora**

Sistema de dirección de la motoniveladora	
Diseño	Articulado totalmente, con sistema de detección de carga
Bomba de dirección	Bomba de engranaje
Máx. caudal	Máx. caudal
Máx. presión de trabajo	16 Mpa
Max. Angulo de dirección (rueda delantera)	+/-45°
Max. Angulo de dirección (estructura del vehículo)	+/-25°

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG.

**Tabla 13. Capacidades de fluidos y lubricantes de la motoniveladora**

Capacidades de fluidos y lubricantes de la motoniveladora			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD(LITROS)	CAPACIDAD(GALONES)
	Combustible	280	74
	Aceite de motor	24	6.3
	Refrigerante	50	13
	Transmisión	26	6.8
	Eje de manejo	28	7.4
	Aceite hidráulico	110	29
	Caja turbo	2.5	0.6

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG.

**Tabla 14. Sistema eléctrico del vibro compactador**

Sistema eléctrico de la moto nivelador	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	12V

**Fuente:** Manual de operación Motoniveladora GR-180, XCMG

## Retrocargador

### Ilustración 3. Retrocargador XT 876



**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.

**Tabla 15. Especificaciones técnicas del motor del Retrocargador**

Especificaciones técnicas del motor del Retrocargador	
Modelo	CUMMINS QSB4.5
Tipo	Turbo cargado diésel, 6 cilindros inyección directa enfriado a agua
Potencia nominal	138 KW
Velocidad nominal	2200 r/min
Sistema de Enfriamiento	Líquido refrigerante

**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.

**Tabla 16. Peso del Retrocargador**

Peso del Retrocargador	
Peso	8400 Kg

**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.



**Tabla 17. Llantas del Retrocargador**

Llantas del Retrocargador	
Tipo de llantas delanteras	14-17.5
Tipo de llantas traseras	19.5L-24
Presión de las llantas	16 PSI

**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.

**Tabla 18. Capacidades de fluidos y lubricantes del Retrocargador**

Capacidades de fluidos y lubricantes del Retrocargador			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD(LITROS)	CAPACIDAD(GALONES)
1	Combustible	150	40
2	Aceite de motor	10	2.5
3	Refrigerante	17	4.5
4	Transmisión	20	5.3
5	Aceite hidráulico	130	34

**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.

**Tabla 19. Sistema eléctrico del Retrocargador**

Sistema eléctrico del Retrocargador	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	12V

**Fuente:** Manual de operación Retrocargador XT 876, XCMG.

## Minicargador

### Ilustración 4. Minicargador Bobcat S250



**Fuente:** manual de operación Bobcat S250.

**Tabla 20. Especificaciones técnicas del motor del Minicargador.**

Especificaciones técnicas del motor del Minicargador	
Modelo	Kubota V3800DI-T-E3CB TIER III
Potencia (SAE Neta)	71.1 HP (53.5KW) a 2400 RPM
Combustible	Diésel
RPM a baja velocidad	1150-1300
RPM a alta velocidad	2525-2650
Sistema de enfriamiento	Refrigerante
Torque (SAE neto)	4

**Fuente:** manual de operación Bobcat S250.



**Tabla 21. Peso del Minicargador**

Peso del Minicargador	
Peso	3549 Kg

Fuente: manual de operación Bobcat S250.

**Tabla 22. Llantas del Minicargador**

Llantas del Minicargador	
Tipo de llantas delanteras	12-16.5

Fuente: manual de operación Bobcat S250.

**Tabla 23. Capacidades de fluidos y lubricantes del Minicargador**

Capacidades de fluidos y lubricantes del Retrocargador			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD(LITROS)	CAPACIDAD(GALONES)
1	Combustible	87.1	23
2	Aceite de motor	15.1	4
3	Refrigerante	15.1	4
4	Reservorio hidráulico/hidrostático	17.8	4.7
5	Sistema hidráulico/hidrostático	49.2	13

Fuente: manual de operación Bobcat S250.

**Tabla 24. Sistema eléctrico del Minicargador**

Sistema eléctrico del Minicargador	
Batería	12V
Alternador	12V

Fuente: manual de operación Bobcat S250.

## 3.4 REFERENCIA DE ACEITES Y FILTROS

Las referencias de los filtros se ven en la tabla 26 y la de los aceites en la tabla 27 citados a continuación.

### 3.3.1 Filtros

**Tabla 25. Referencias de los filtro de la maquinaria**

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
<b>VIBROCOMPACTADOR XCMG XS120</b>		
1	FILTRO MOTOR	LF 3345
2	FILTRO HIDRAULICO	P179342
3	FILTRO COMBUSTIBLE	FS 1280
4	FILTRO COMBUSTIBLE	FF 5052
5	FILTRO COMBUSTIBLE	FD 1226
6	FILTRO AIRE	P780522
7	FILTRO AIRE	P780523
<b>MOTONIVELADORA XCMG GR-180</b>		
8	FILTRO MOTOR	WF 2071
9	FILTRO MOTOR	LF 3000
10	FILTRO HIDRAULICO	METALICO
11	FILTRO HIDRAULICO Me	FF 42000
12	FILTRO COMBUSTIBLE	FS 1280
13	FILTRO AIRE	AF 25268
14	FILTRO AIRE	AF 25277
<b>RETROCARGADOR XCMG XT 876</b>		
15	FILTRO MOTOR	LF 3349
16	FILTRO HIDRAULICO	HF 6710
17	FILTRO HIDRAULICO	BT 287-10
18	FILTRO COMBUSTIBLE	FS 1280
19	FILTRO COMBUSTIBLE	FF 5052
20	FILTRO AIRE	AF 25269
21	FILTRO AIRE	AF 25268
<b>BOBCAT S250</b>		
22	FILTRO MOTOR	6678233
23	FILTRO COMBUSTIBLE	6667352
24	FILTRO AIRE EXT	6698057
25	FILTRO AIRE INT	6698058
26	FILTRO HIDRAULICO	6692337
27	FILTRO HIDROSTATICO	6661248
28	FILTRO HIDROSTATICO	6668819
29	FILTROS HIDROESTATICO	6661022

**Fuente:** Autores del proyecto



### 3.3.2 Aceites

**Tabla 26 Referencia de los aceites y lubricantes**

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	ACEITE URSA SUPER TD 15W40 CH4/SJ TEXACO	15W40
2	ACEITE CHEVRON RANDO HD 68 TEXACO	RANDO 68
3	ACEITE MULTIGEAR GL-5 80W90 TEXACO	80W90
4	GRASA	MULTIPROPOSITO

**Fuente:** Autores del proyecto

## 3.5 HOJAS DE VIDA DE LA MAQUINARIA

Las hojas de vida de las maquinas son el elemento más importante a la hora de elaborar un plan de mantenimiento, debido a que con esto sabemos el tiempo en que la maquina exige el cambio de algún repuesto.

El análisis de las hojas de vida nos determina el tiempo de cambio de algún repuesto.

La información que se muestra a continuación son todos aquellos mantenimientos y repuestos que se hicieron en las maquinas en el año 2017. Se puede observar que el mantenimiento que se le viene realizando a las máquinas de la empresa Tolmos Espinoza García S.R.L. tienen muchas falencias y no corresponden a lo que se estipula en un plan de mantenimiento.

A continuación veremos las hojas de vidas de las máquinas.



## Vibrocompactador xcmg xs 120

Tabla 27. Mantenimientos del Vibrocompactador xcmg xs 120.

REPUESTOS Y MANTENIMIENTOS				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE O MODULO	VR/ UNITARIO	VR/ TOTAL
18/03/2017	4	Cambio de aceite de motor	\$ 142.680	\$ 142.680
13/06/2017	1	Rotura manguera combustible	\$ 145.000	
				\$ 145.000
19/07/2017	1	Cambio de solenoides	\$ 145.000	\$ 650.000
23/07/2017	1	Filtro de aire primario	\$ 120.000	\$ 120.000
23/07/2017		Filtro de aire secundario	\$ 97.000	\$ 97.000
23/07/2017		Filtro combustible	\$ 54.266	\$ 54.266
23/07/2017		Filtro de aceite	\$ 25.000	\$ 25.000
23/07/2017		Filtro hidráulico	\$ 87.546	\$ 87.546
24/07/2017		Juego de cuchillas	\$ 450.000	\$ 450.000
TOTAL				\$ 1.771.492

Fuente: Autores del proyecto





## Motoniveladora xcmg gr 180

Tabla 28. Mantenimientos de la Motoniveladora xcmg gr 180.

REPUESTOS Y MANTENIMIENTOS				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE O MODULO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
28/05/2017	1	Cambio de aceite de motor	\$ 214.020	\$ 214.020
28/05/2017	1	Juego sobre esquinas	\$ 620.000	\$ 620.000
28/05/2017	1	Filtro de aire primario	\$ 150.000	\$ 150.000
28/05/2017	1	Filtro de aire secundario	\$ 112.000	\$ 112.000
28/05/2017	1	Filtro combustible	\$ 64.000	\$ 64.000
28/05/2017	1	Filtro para la Servo transmisión	\$ 120.000	\$ 120.000
28/05/2017	1	Filtro piloto	\$ 315.000	\$ 315.000
28/05/2017	1	Filtro de aceite	\$ 25.000	\$ 25.000
28/05/2017	1	Filtro hidráulico	\$ 87.546	\$ 87.546
29/09/2017	1	Juego de cuchillas	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
TOTAL				\$ 3.507.566

Fuente: Autores del proyecto



## Retrocargador XT 876

Tabla 29. Mantenimientos Retrocargador XT 876.

REPUESTOS Y MANTENIMIENTOS				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE O MODULO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
16/01/2017	1	Rotura manguera refrigeración	\$ 200.000	\$ 200.000
17/01/2017	1	Rotura de manguera hidráulica	\$ 85.000	\$ 85.000
19/01/2017	3	Rotura de manguera hidráulica	\$ 290.000	\$ 870.000
23/01/2017	1	Perdida de un buje y pin del cargador	\$ 230.000	\$ 230.000
28/01/2017	5	Cambio de aceite de transmisión	\$ 35.780	\$ 178.900
8/02/2017	1	cambio de llanta trasera izquierda	\$ 1.290.000	\$ 1.290.000
2/02/2017	2.5	cambio aceite de motor	\$ 35.670	\$ 89.175
8/02/2017	1	Filtro de aceite LF 3345	\$ 29.600	\$ 29.600
11/02/2017	1	Reparación aire acondicionado	\$ 3.252.200	\$ 3.252.200
6/02/2017	1	buje y pin del brazo de corte desgastados	\$ 1.290.000	\$ 1.290.000
6/03/2017	1	Rotura manguera combustible	\$ 65.000	\$ 65.000
8/04/2017	1	Cambio master batería	\$ 30.000	\$ 30.000
17/05/2017	1	Fuga en gato inclinación izquierdo	\$ 770.000	\$ 770.000
25/05/2017	4	Cambio de dientes brazo de corte	\$ 23.000	\$ 92.000
5/06/2017	1	Rotura manguera de gato de inclinación	\$ 106.643	\$ 106.643



MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA TOLMOS ESPINOZA GARCIA S.R.L.

		derecho		
8/06/2017	1	cambio aceite de motor	\$ 89.175	\$ 89.175
8/06/2017	1	Filtro de combustible LF 1280	\$ 39.800	\$ 39.800
8/06/2017	1	Filtro de combustible LS 5052	\$ 47.000	\$ 47.000
8/06/2017	1	Filtro de combustible FD 1224	\$ 56.000	\$ 56.000
8/06/2017	1	Filtro de aceite LF 3345	\$ 29.600	\$ 29.600
10/06/2017	1	Rotura manguera hidráulica	\$ 175.914	\$ 175.914
9/08/2017	1	Rotura manguera combustible	\$ 65.000	\$ 65.000
27/08/2017	1	Rotura manguera hidráulica	\$ 62.382	\$ 62.382
31/08/2017	1	Sondeo radiador	\$ 313.200	\$ 313.200
13/09/2017	1	cambio del termostato	\$ 341.923	\$ 341.923
4/10/2017	2	Cambio de llantas delanteras	\$ 861.500	\$ 1.723.000
9/12/2017	1	cambio aceite de motor	89.175	89.175
9/12/2017	1	Filtro de combustible LF 1280	\$ 39.800	\$ 39.800
9/12/2017	1	Filtro de combustible LS 5052	\$ 47.000	\$ 47.000
9/12/2017	1	Filtro de combustible FD 1224	\$ 56.000	\$ 56.000
9/12/2017	1	Filtro de aceite LF 3345	\$ 29.600	\$ 29.600
TOTAL				\$ 11.090.087

Fuente: Autores del proyecto



## Minicargador Bobcat S250

Tabla 30. Mantenimientos Minicargador Bobcat S250 .

REPUESTOS Y MANTENIMIENTOS				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE O MODULO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
6/01/2017	1	Rotura de manguera hidráulica	\$ 85.000	\$ 85.000
7/01/2017	4	cambio aceite de Motor	\$ 35.670	\$ 142.680
2/04/2017	1	Filtro de aceite	\$ 45.000	\$ 45.000
11/04/2017	1	Cuchilla balde	\$ 740.000	\$ 740.000
12/04/2017	1	buje y pin del balde desgastados	\$ 3.450.000	\$ 3.450.000
6/04/2017	1	Rotura manguera combustible	\$ 75.000	\$ 75.000
17/05/2017	1	Fuga en gato inclinación derecho	\$ 650.000	\$ 650.000
8/06/2017	1	Filtro de combustible	\$ 46.000	\$ 46.000
8/06/2017	1	Filtro de combustible	\$ 47.000	\$ 47.000
8/06/2017	1	Filtro de aceite	\$ 33.500	\$ 33.500
9/06/2017	4	Cambio de llantas	\$ 780.000	\$ 3.120.000
27/08/2017	1	Rotura manguera hidráulica	\$ 62.382	\$ 62.382
9/12/2017	1	Filtro de aceite	\$ 29.600	\$ 29.600
TOTAL				\$ 8.526.162

Fuente: Autores del proyecto



### 3.6 PLAN DE MANTENIMIENTO

Para el buen funcionamiento de la maquinaria, es importante identificar que repuestos son cambiados con mayor frecuencia y cada cuanto es recomendable realizar dicho cambio. Por ello se elabora el siguiente plan

#### Vibrocompactador XCMG XS 120

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del vibrocompactador xcmg xs 120.

#### Mantenimiento

**Tabla 31. Mantenimiento a las 10 horas del vibrocompactador**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de motor	Revisa	Adicionar
2	Refrigerante de motor	Revisa	Adicionar
3	Filtro de combustible	Drenar	
4	Tanque de combustible	Revisa	Adicionar

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 32. Mantenimiento a las 50 horas del vibrocompactador**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite hidráulico	Revisa	Adicionar
2	Aceite de motor	Revisa	Adicionar
3	Aceite de frenos	Revisa	Adicionar
4	Área del sello	Engrasar	
5	Pines horizontal , vertical	Engrasar	

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 33. Mantenimiento a las 250 horas del vibrocompactador**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Pin del cilindro de la dirección	Engrasar
2	Aceite de motor	Drenar y llenar
3	Filtro de aceite de motor	Cambiar
4	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar
5	Filtro de combustible	Cambiar
6	Filtro de aire primario	Cambiar
7	Sistema integral de enfriamiento	Revisar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 34. Mantenimiento a las 500 horas del vibrocompactador**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtro de aire secundario	Cambiar
2	Filtro de línea de combustible	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 35. Mantenimiento a las 1000 horas del vibrocompactador**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtro del tanque hidráulico	Cambiar
2	Batería	Cambiar
3	Aceite hidráulico	Cambiar
4	Líquido refrigerante	Drenar y Llenar
5	Líquido refrigerante	Limpiar

Fuente: Autores del proyecto



## MOTONIVELADORA XCMG GR-180

A continuación se presenta el plan de mantenimiento de la motoniveladora XCMG GR-180

### Mantenimiento

**Tabla 36 Mantenimiento a las 10 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de motor	Revisar	Adicionar
2	Refrigerante de motor	Revisar	Adicionar
3	Transmisión	Verificar	

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 37. Mantenimiento a las 50 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Depósito de aceite hidráulico	Verificar
2	Filtros de combustible	Verificar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 38. Mantenimiento a las 100 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Esferas de los cilindros de elevación de la hoja	Lubricar
2	Esferas del cilindro de desplazamiento lateral	Lubricar
3	Esfera de la barra de tracción	Lubricar
4	Rodamiento de la Articulación	Lubricar
5	Extremidades de los cilindros de la articulación	Lubricar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 39. Mantenimiento a las 250 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Lubricar
2	Filtro de aceite	Lubricar
3	Aceite carcasa central del eje trasero	Lubricar
4	Pasador de articulación de la hoja	Lubricar
5	Correas ventilador/alternador	Lubricar
6	Cilindro de articulación de la hoja	Lubricar
7	Pasador de articulación del eje	Lubricar
8	Barra de dirección	Lubricar
9	Pasador del vástago del eje Delantero	Lubricar
10	Cilindro de inclinación de las ruedas Delanteras	Lubricar
11	Pasador de oscilación del eje Delantero	Lubricar
12	Pasador pivote	Lubricar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 40. Mantenimiento a las 500 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtros de combustible	Cambiar
2	Cajas de tándem	Verificar
3	Rodamientos de las ruedas de los ejes de tándem (4 cada lado)	Lubricar
4	Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar
5	Filtro del depósito hidráulico	Cambiar
6	Filtro del sistema de refrigeración	Cambiar
7	Tapón del drenaje del sistema de Combustible	Limpiar

Fuente: Autores del proyecto





**Tabla 41. Mantenimiento a las 1000 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Refrigerante	Cambiar
2	Inyectores de combustible	Ajustar
3	Válvulas de motor	Ajustar

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 42. Mantenimiento a las 2000 horas de la motoniveladora GR-180**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite hidráulico	Cambiar
2	Aceite carcaza eje trasero	Cambiar
3	Rodamientos de las ruedas delanteras	Cambiar
4	Caja del tandem (ambos lados)	Cambiar

**Fuente:** Autores del proyecto



## RETROCARGADOR XCMG XT876

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del Retrocargador XCMG XT 876

### Mantenimiento

**Tabla 43. Mantenimiento a las 10 horas del retrocargador XT-876**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Correas del alternador y ventilador del motor	Revisar	Tensionar
2	Radiador y condensador de aire Acondicionado	Revisar	
3	Aceite de motor	Revisar	Adicionar Adicionar
4	Nivel del depósito limpia vidrios	Revisar	
5	Equipo cargador	Engrasar	
6	Equipo retroexcavador	Engrasar	
7	Nivel de aceite hidráulico	Revisar	Adicionar
8	Mangueras hidráulicas	Revisar	

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 44. Mantenimiento a las 50 horas del retrocargador XT-876**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Bisagras de puertas	Engrasar
2	Rodamiento de articulación del eje Delantero	Engrasar
3	Rodamiento de anillo de articulación del puente delantero	Engrasar
4	Presión de los neumáticos	Revisar

**Fuente:** Autores del proyec

**Tabla 45. Mantenimiento a las 250 horas del retrocargador XT-876**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Cambiar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro hidráulico	Cambiar
4	Nivel de caja de marcha	Revisar
5	Radiador	Limpiar
6	Aire acondicionado	Limpiar
7	Bornes de la batería	Revisar
8	Cardanes delanteros y traseros	Engrasar
9	Suspensión del asiento operador	Engrasar

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 46. Mantenimiento a las 500 horas del retrocargador XT-876**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Articulación pedales de freno	Engrasar
2	Respiradero de la transmisión	Limpiar
3	Alternador	Revisar
4	Motor de arranque	Revisar

**Fuente:** Autores del proyecto

**Tabla 47. Mantenimiento a las 1000 horas del retrocargador XT-876**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite hidráulico	Cambiar
2	Refrigerante	Cambiar
3	Aceite transmisión	Cambiar
4	Aceite servo transmisión	Cambiar

**Fuente:** Autores del proyecto



## MINICARGADOR BOBCAT S250

A continuación se presenta el plan de mantenimiento del Minicargador Bobcat S250

### Mantenimiento

**Tabla 48. Mantenimiento a las 10 horas del Minicargador Bobcat S250**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Aceite de motor	Revisar	Adicionar
2	Nivel de refrigerante	Revisar	Adicionar
3	Correas del alternador	Revisar	Tensionar
4	Bocina delantera/ alarma Retroceso	Revisar	Adicionar
5	Brazo elevador, cilindros ,pines de pivote y cuñas de Bob tach	Engrasar	
6	Equipo retroexcavador	Engrasar	
7	Nivel de aceite hidráulico	Revisar	Adicionar
8	Mangueras hidráulicas	Revisar	

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 49. Mantenimiento a las 50 horas del Minicargador Bobcat S250**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Tuercas de las ruedas	Revisar	
2	Aceite transmisión	Revisar	Adicionar
3	Batería	Revisar	

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 50 Mantenimiento a las 250 horas del Minicargador Bobcat S250**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor Cambiar	Cambiar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtros hidráulico	Cambiar
4	Filtros hidrostático	Cambiar
5	Filtro de carga	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 51. Mantenimiento a las 1000 horas del Minicargador Bobcat S250**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite transmisión	Cambiar
2	Aceite hidráulico	Cambiar
3	Filtro de caja de descarga	Cambiar
4	Válvulas de motor	Ajustar
5	Refrigerante	Cambiar

Fuente: Autores del proyecto

### 3.7 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores sirven para establecer el logro y el cumplimiento de la misión, objetivos, metas, programas o políticas de un determinado proceso o estrategia, por esto podemos decir que son ante todo, la información que agrega valor y no simplemente un dato, ya que los datos corresponden a unidades de información que pueden incluir números, observaciones o cifras, pero si no están ligadas a contextos para su análisis carecen de sentido.

Con el fin de llevar a cabo un control del mantenimiento realizado a las maquinas es necesario implementar los siguientes indicadores de gestión:

- ❖ Número de horas preventivas/mes: Control de intervenciones hechas y tiempo fuera de servicio mientras se efectúa la intervención para determinar la disponibilidad del equipo.



- ❖ Número de horas correctivos/mes: Para determinar qué tan frecuente se puede presentar una falla no contemplada, que haga que la maquina quedé fuera de servicio.
- ❖ Valor correctivos/mes: Para determinar un presupuesto en reparaciones mayores
- ❖ Mantenimientos ejecutados/mantenimientos programador: Para Verificar y controlar que se esté aplicando el plan de mantenimiento preventivo.
- ❖ Tiempo total de funcionamiento/número de fallas: Para calcular tiempo medio entre fallas, es literalmente el promedio de tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente.
- ❖ Tiempo total de inactividad/número de fallas: Para calcular el tiempo medio de reparación.

### **3.7.1 REGISTROS Y SOLICITUDES**

En un plan de mantenimiento preventivo es de gran importancia utilizar check list, con el fin de llevar un registro escrito que facilite la actualización y realización de datos existentes en la maquinaria.

Por otro lado, con la ejecución de este proyecto se pretenden implementar formatos que faciliten y ordenen los trabajos realizados en las máquinas para registrarlos y así cumplir con la programación para cada equipo.

Se sugieren 4 formatos con el fin de controlar todas las intervenciones hechas en la maquinaria y también con el fin de supervisar los trabajos realizados por el personal contratado para así justificar su contratación.

### **3.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se puede ganar en trabajo alrededor de 14 días de trabajo, debido a que los repuestos se encuentran disponibles y los tiempos de operación incrementan al no forzar los repuestos hasta el día que fallen, es decir que si se cambian los repuestos oportunamente se pueden trabajar más días, evitando así que se presentan fallas que dejen por fuera de servicio a la máquina y solo cesarían actividades el día que se programe mantenimiento.



## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De la investigación realizada y de los resultados obtenidos pueden hacerse las siguientes conclusiones:

En lo relacionado con el diagnóstico inicial. Se revisaron los aspectos de mecánicos, encontrando que los tres de servicio deben mejorar su entrenamiento en sistemas de inyección electrónica, dado que por su edad (en promedio 40 años), no han sido entrenados en este tipo de tecnologías, usadas en los equipos analizados. En relación con la consecución de repuestos, debe mejorarse lo relacionado con el pedido a los proveedores.

Actualmente los repuestos se piden cuando ocurre la falla, pero muchas veces son correas, aceites y otros que de tenerse en el almacén se mejoraría la mantenibilidad de los equipos, dado que algunas veces se pierden dos y tres días, antes de tener el repuesto a mano.

En relación a las fallas relevantes, el problema más crítico es el de roturas de mangueras. Acá se ha propuesto por los autores un esquema de remplazo preventivo de todas las mangueras, mejorando los tipos de acople, con lo cual se mejora la confiabilidad y la disponibilidad. Al monto se tiene un promedio de 6 fallas, perdiendo un día en la desvarada con la consiguiente pérdida productiva y aumento de costos. Los costos de los cambios de mangueras son iguales en esquema correctivo y preventivo, pero con la ventaja del preventivo de eliminar la pérdida de aceite hidráulico, lo cual por cada rotura inesperada, deja un costo promedio de \$ 400.00, donde 6 daños arroja un total de dos millones cuatrocientos mil mensual de ahorro con el enfoque preventivo.

En relación con el plan se ajustaron tanto las acciones del fabricante, en este caso en lo referente al periodo de realizarlas y en el caso de las acciones nuevas sugeridas, las mismas se han soportado en criterios de costos, donde se muestra para el caso de limpieza de los sistemas hidráulico, un ahorro promedio de catorce millones mensuales.

Para asegurar la operatividad del plan, se han creado unos formatos de orden de servicio, listas de chequeos y otros, que aseguran un trabajo sistemático y controlado, además que permiten tener datos con los cuales, calcular los indicadores propuestos de disponibilidad, que permiten observar el comportamiento mes a mes y realizar de manera oportuna correctivos que se vean necesarios.

Las fichas técnicas de la maquinaria permiten tener acceso a las características técnicas como: tipo motor, cilindraje, etc., que son importantes tener en cuenta al momento de ejecutar cualquier actividad de mantenimiento.

Realizando auditoria en la flota se encontró falencias en cuanto al seguimiento de cada maquinaria y su respectivo control de mantenimiento.



En un periodo de prueba de algunas de las actividades del plan, se han tenido registros de mejora de la disponibilidad, de un 9% en un promedio de tres meses, lo que evidencia la efectividad de la propuesta que se está trabajando. Se recuerda que los planes de mantenimiento se deben ajustar según la evolución que se observe, teniendo en cuenta que cada actividad propuesta requiere un tiempo de gracia para mostrar los resultados esperados.





## REFERENCIAS

- CÁCERES, Joaquín, “Mantenimiento Preventivo de Máquinas”, Lima, Perú. Ed. SENATI. 2007.
- GONZALES Francisco. “Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión”. Madrid, España. FC Editorial. 2004.
- LOARCA Raúl. “Actualización del Programa de Mantenimiento Preventivo Para la Línea de Tornos Convencionales de la Empresa Maquinados Precisos”. Tesis. Guatemala. Universidad San Carlos. 2007.
- MORA Alberto. “Mantenimiento, Industrial Efectivo”. COLDI. 1ra. Ed. Colombia. 2012.
- MOUBRAY, John, “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, North Carolina, USA. Ed. Aladon LLC. 2004.
- PESÁNTEZ Álvaro. “Elaboración de un Plan de mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”. Tesis. Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2007.
- SISTEMA DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL. “Metodología Análisis de Criticidad (AC)”. Guía de Aprendizaje. Aprendizaje Virtual. México. 2013.



## **REFERENCIAS DE TESIS**

- AMADOR, Luis. “*Diseño de un Plan de Mantenimiento Predictivo Para la Flota de Equipos Pesados de la Gerencia de PMH de la Empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A*”. Tesis. Puerto Ordaz, Venezuela. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. 2012.
- CANTORAL Harry. “Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Para la Industria de Café Quetzal”. Tesis Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009
- RUIZ, Adriana. “Modelo Para la Implementación de Mantenimiento Predictivo en las Facilidades de Producción de Petróleo”. Tesis. Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander. 2012.
- VALDIVIA, Juan. “Optimización del Procedimiento de Trabajo para Reducción de la Necesidad de Mantenimiento en Tornos CNC”. Tesis. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2011.



ANEXO n.º 1

REPORTE DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA											
CODIGO:		VERSION:		FECHA DE ELABORACION:		FECHA DE REVISION:		FECHA DE APROVACION:		APROVADO POR:	
INFORMACION INICIAL											
FECHA INICIO		HORA		NOMBRE MAQUINARIA				HOROMETRO			
No ORDEN		DESCRIPCION DE LA FALLA									
OPERARIO										Tipo de Mto	
										preventivo	
										correctivo	
										predictivo	
DIAGNOSTICO DE LA MAQUINA											
FECHA		HORA		NOMBRE EMPRESA				NOMBRE MECANICO			
Tipo Daño		<input type="checkbox"/> Electrico		<input type="checkbox"/> Llantas							
		<input type="checkbox"/> Mecanico Motor		<input type="checkbox"/> Hidraulico control							
		<input type="checkbox"/> Mecanico Suspension		<input type="checkbox"/> Hidraulico fuerza							
		<input type="checkbox"/> Mecanico general		<input type="checkbox"/> Frenos							
		<input type="checkbox"/> Otros									
DESCRIPCION DIAGNOSTICO											
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO											
EJECUCION Y RESULTADO DEL MANTENIMIENTO											
FECHA SALIDA SERVICIO		HORA		NOMBRE EMPRESA				NOMBRE MECANICO			
FECHA PUESTA EN		VALOR SERVICIO				VALOR REPUESTO					
TRABAJO EJECUTADO											
LISTA DE SERVICIO O REPUESTO											
RESPONSABLE											
VoBo											



ANEXO n.º2

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO					
CODIGO	VERSION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	APROBADO POR
INFORMACION INICIAL					
FECHA:		EQUIPO		NUMERO INTERNO	
TRABAJOS A REALIZAR					
TALLER:					
Autoriza:					
Ing. Coordinador de Mantenimiento					



ANEXO n.º 3

SALIDA DEL TALLER					
CODIGO	VERSION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	APROBADO POR
INFORMACION INICIAL					
FECHA:		EQUIPO		NUMERO INTERNO	
TRABAJOS RELIZADOS					
REPUESTOS:					
LABORES:					
OBSERVACIONES:					
_____ ING. COORDINADOR DE MANTENIMIENTO					